

УДК 61624–002.5–07.001.12

Н.И. Линник, Г.Л. Гуменюк*, Н.Н. Мусяенко

ГУ «Национальный институт фтизиатрии и пульмонологии имени Ф.Г. Яновского НАМН Украины»,

*Национальная медицинская академия последиplomного образования имени П.Л. Шупика, г. Киев

Применение многосрезовой компьютерной томографии во фтизиопульмонологии и ее программное обеспечение

Ключевые слова: многосрезовая компьютерная томография, программное обеспечение, дайком-стандарт, дайком-просмотрщик, бронхиальная астма, ХОЗЛ, туберкулез легких.

Бурное развитие цифровых технологий, телемедицины в мире повышает требования и к врачам, которые, в первую очередь, обязаны использовать достижения этих технологий во благо лечения больных. К сожалению, наши врачи не совсем осведомлены о возможностях современных информационных технологий и недостаточно используют их в повседневной медицинской практике. Причиной этого не всегда является плохое материально-техническое оснащение медицинских учреждений.

Использование цифровых компьютерных технологий в современной радиологии является общепринятым положением во всех развитых странах и все шире внедряется в нашей стране. Постепенно уходят в прошлое старые «пленочные» технологии представления и хранения результатов рентгенологических обследований, все чаще появляется необходимость в их дополнительной компьютерной обработке для получения более детальной информации о выявленной патологии [1].

Так, во многих развитых странах знание компьютерной томографии (КТ) и основных программ, используемых для обработки ее данных входит в перечень экзаменационных вопросов по многим специальностям, начиная с невропатологии. А что можно говорить о пульмонологии и фтизиатрии, где рентгенологическое исследование является основным диагностическим методом? Знание компьютерной томографии и умение трактовать получаемые результаты должны входить в практику каждого врача так же, как и знание результатов общего анализа крови, в связи с тем, что в недалеком будущем КТ должна стать обычным рутинным методом исследования, как, например, обзорный снимок грудной клетки в настоящее время [2].

Компьютерная томография — метод неразрушающего послойного исследования внутренней структуры объекта, предложенный в 1972 году Годфри Хаунсфилдом и

Алланом Кормаком, которые были удостоены за эту разработку Нобелевской премии. Метод основан на измерении и сложной компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями.

Многосрезовая (мультиспиральная, мультисрезовая) компьютерная томография (МСКТ) была впервые представлена компанией «Elsint Co» в 1992 году. Принципиальное отличие МСКТ томографов от спиральных томографов предыдущих поколений в том, что по окружности гантри расположены не один, а два и более ряда детекторов. Для того чтобы рентгеновское излучение могло одновременно приниматься детекторами, расположенными на разных рядах, была разработана новая — объемная геометрическая форма пучка. В 1992 году появились первые двухсрезовые (двухспиральные) МСКТ томографы с двумя рядами детекторов, а в 1998 году — четырехсрезовые (четырёхспиральные), с четырьмя рядами детекторов соответственно. Кроме вышеотмеченных особенностей было увеличено количество оборотов рентгеновской трубки с одного до двух в секунду. Таким образом, четырёхспиральные МСКТ томографы пятого поколения на сегодняшний день в восемь раз быстрее, чем обычные спиральные КТ томографы четвертого поколения. В 2004–2005 гг. в мире были представлены 32-, 64- и 128-срезовые МСКТ томографы, в том числе — с двумя рентгеновскими трубками. Сегодня же в некоторых больницах уже имеются 320-срезовые компьютерные томографы. Эти томографы, впервые представленные в 2007 году компанией «Toshiba», являются новым витком эволюции рентгеновской компьютерной томографии. Они позволяют не только получать изображения, но и дают возможность наблюдать почти что «в реальном времени» физиологические процессы, происходящие в головном мозге и в сердце.

Особенностью подобной системы является возможность сканирования целого органа (сердце, суставы, головной мозг и т.д.) за один оборот лучевой трубки, что значительно сокращает время обследования, а также возможность сканировать сердце даже у пациентов, страдающих аритмиями. Несколько 320-срезовых сканеров уже установлены и функционируют в России [3, 4].

Лучевая нагрузка при многослойном спиральном КТ-исследовании при сопоставимых объемах диагностической информации меньше на 30% по сравнению с обычным спиральным КТ-исследованием (СКТ).

Основным преимуществом МСКТ по сравнению с односрезовой СКТ является возможность получения изотопного изображения при сканировании с **субмиллиметровой толщиной среза (0,5 мм)**, что очень важно, особенно во фтизиопульмологии при диссеминированных процессах в легких, васкулитах и другой мелкоочаговой патологии [5].

На заре развития цифровых технологий в медицине (около 15 лет назад), разумеется, не существовало единых стандартов представления, хранения и передачи данных, полученных при проведении самых разнообразных обследований пациентов. Практически каждая из известных фирм – производителей медицинского диагностического оборудования имела свой стандарт. Так, в 1990-е годы появилось множество разнообразных стандартов хранения изображений систем медицинской визуализации, таких как DEFF Ultrasound, ElscintNuclear, GE Starcam, GE CT 8800, GE CT 9800, GECT HLA/HSA and MR Signa, Imatron CT, Interfile, Picker CT, Philips CT, Resonex MR, Siemens CT and MR, Siemens Icon Nuclear, Strichman Neuro 900Nuclear, Toshiba Nuclear, Trionix Nuclear и т.д. При этом многие системы имели еще и различные форматы для входящих и выходящих данных, отдельные форматы для записи данных на сменные носители информации (магнитные и магнитооптические диски) [6].

По мере развития цифровых технологий и в связи с необходимостью обмена информацией о пациентах возникла потребность в стандартизации хранения и передачи информации.

В связи с этим в 1985 году Американским колледжем радиологии (American College of Radiology, ACR) и Национальной ассоциацией производителей электронного оборудования (National Electrical Manufacturers Association, NEMA) была разработана **первая версия стандарта DICOM 1.0 (Digital Imaging and Communication in Medicine)** – «Цифровые изображения и коммуникации в медицине» – индустриальный стандарт создания, хранения, передачи и визуализации медицинских изображений и документов обследованных пациентов. Стандарт DICOM опирается на стандарт Open System Interconnection (OSI), разработанный Международной организацией по стандартам International Standards Organization (ISO). В последующие годы стандарты неоднократно уточнялись, совершенствовались.

Проблема передачи изображений имеет место не только при регистрации и архивировании данных исследований. Все более актуальной становится задача передачи изображений на большие расстояния для диагностики и консультирования больных, что позволяет эффективно

использовать опыт и знания специалистов из ведущих медицинских центров. Передача изображений требуется не только для решения задач диагностики и лечения, но и для дистанционного обучения и других целей, например, для создания централизованного архива данных и контроля правильности диагностики. Проблема передачи изображений на удаленные расстояния относится к области телемедицины. Для ее решения требуется наличие специальных каналов связи, включающих в себя технические средства для трансляции и приема информации. В реализованных сегодня телемедицинских проектах применяются самые различные каналы связи: телефонные линии, спутниковая связь, интернет, а также высокоскоростные цифровые каналы связи, отвечающие требованиям международного стандарта на средства телекоммуникаций ISDN. Помимо каналов связи необходимо наличие компьютерных систем, поддерживающих стандарты передачи изображений, оборудования и специального программного обеспечения для ввода в ЭВМ, обработки и архивирования информации. Широкое внедрение телемедицины в развитых странах только начинается, однако процесс этот идет достаточно активно, так что уже сейчас известно много примеров успешной работы систем телемедицины, обеспечивающих проведение видеоконференций с передачей изображений. Технические средства и программное обеспечение для решения задач регистрации, архивирования и передачи изображений непрерывно развиваются, и на пути их развития имеется еще масса проблем, требующих решения. Одна из важных – проблема унификации условий и режимов.

В настоящее время применяются стандарты DICOM 3.0 пересмотра 2009 года для хранения графической медицинской информации. На сегодня это международный индустриальный стандарт для передачи радиологических изображений и другой медицинской информации между компьютерами, создания баз данных и архивирования медицинской информации. Стандарт DICOM описывает «паспортные» данные пациента (ФИО, дату рождения), условия проведения исследования, положение пациента в момент получения изображения, дату и время проведения исследования, место проведения исследования (медицинское учреждение), название прибора, его характеристики, ФИО врача, количество срезов, толщина среза и т.п., для того чтобы впоследствии было возможно провести медицинскую интерпретацию данного изображения независимо от места и времени проведения исследования.

КТ-изображение, полученные на обычных томографах (старых модификаций), как правило, распечатывали на пленке для их рассмотрения. Необходимо было документировать на пленке все срезы, которые несли информацию об исследуемой области, они были очень малых размеров, количество срезов было ограничено (не более 30–40). С появлением МСКТ количество срезов, которые нужно документировать, может достигать нескольких тысяч, а учитывая то, что срезы необходимо просматривать в нескольких режимах (легочном или костном), в практику архивирования изображений введено сохранение данных в цифровых архивах. Если первые МСКТ еще предусматривали возможность печати изображений

на пленке, то современные МСКТ предусматривают сохранение и архивирование информации лишь на цифровых носителях (CD-диски, DVD-диски, флеш-карточки).

Обработка и анализ такого количества информации значительно увеличивают затраты времени врачей лучевой диагностики. С целью сокращения времени и повышения пропускной способности дорогостоящего оборудования **современные МСКТ уже формируют изображение по стандартным протоколам обследования данного органа и сразу записывают информацию на цифровой носитель базовой станции компьютерного томографа.** Это значительно сокращает время обследования больного, но увеличивает возможность диагностических ошибок врача-рентгенолога. В этом случае значительно возрастает роль лечащего врача, который должен также владеть знанием компьютерной томографии.

Во многих развитых странах мира знание компьютерной томографии входит в перечень обязательных врачебных экзаменов врачей различных специальностей.

Ценность архивирования данных на цифровые носители заключается в том, что хранится вся информация, которая ничем не отличается от информации, полученной на базовой станции КТ. При определенном программном обеспечении информация исследования может быть полностью воспроизведена практически на любом персональном компьютере лечащим врачом. Это особенно важно для проведения оценки и сравнения изменений в динамике наблюдения больного.

В настоящее время все чаще возникает необходимость детального изучения обнаруженной патологии с целью диагностики и дифференциальной диагностики, а также проведения научных исследований, особенно в динамике. Без надлежащего программного обеспечения сделать это невозможно.

В мире существует огромное разнообразие специализированного программного обеспечения, и практически врачу или научному сотруднику чрезвычайно сложно разобраться в этом и выбрать то, что ему необходимо. Важным вопросом является также стоимость программного обеспечения, особенно в нынешней сложной экономической ситуации в Украине.

Бесспорно, дорогое **программное обеспечение** является лучшим. Так, например, программа обработки данных компьютерной томографии **EFilm Workstation (v.2.0)** является наиболее популярной и удобной в пользовании, но стоимость лицензии на 1 рабочее место составляет 3000 долларов в год. Наилучшей бесплатной программой является программа **Osirix (v.3.6; v.3.8)**. Своими возможностями она даже превосходит программу EFilm, в частности – возможность проведения мультипланарных реконструкций и 3D реконструкций. К сожалению, эта программа разработана только для компьютеров «Apple» с операционной системой Macintosh, а в Украине в основном распространены компьютеры IBM с операционной системой Windows.

Для того чтобы специалист любого профиля мог выбрать подходящую программу, создан **сайт свободно распространяемых бесплатных программ www.idoimaging.com.**

На этом сайте представлено более 250 различных программ, разработанных в ведущих научно-исследовательских медицинских учреждениях мира различного профиля. На основании их опыта работы специалисты могут выбрать наиболее подходящую программу по их специальности.

Все представленные программы можно условно разделить на 2 группы:

- **дайком-вьюеры** – наиболее простые программы, предназначенные только для просмотра дайком-файлов;
- **рабочие станции** – программы, которые позволяют создавать базы данных, производить дополнительную обработку полученных данных, работать в компьютерных сетях.

Программы также разделены в зависимости от программной платформы, для которой они написаны, – Windows, Macintosh, Linux. Это позволяет выбирать программу в зависимости от того, какая операционная система стоит на персональном компьютере врача-исследователя.

На основании опыта работы авторов с больными фтизиопульмонологического профиля можно рекомендовать наиболее удобную программу – просмотрщик дайком-файлов – **DICOM VIEVER PHILIPS**, а из полноценных рабочих станций – **K-Pacs**.

Безусловно, каждая программа имеет свои преимущества и недостатки, в связи с чем каждый специалист должен подбирать наиболее подходящее для него программное обеспечение.

На рисунке 1 представлена первая страница сайта бесплатных медицинских программ, где указаны названия программ, их краткие характеристики и даны адреса разработчиков, по которым можно с ними проконсультироваться и получить необходимые рекомендации.

Как уже неоднократно указывалось в наших предыдущих публикациях [2, 7], современные многосрезовые компьютерные томографы с целью увеличения пропускной способности формируют запись получаемой информации на CD или DVD-дисках по стандартным протоколам исследования определенного органа, которые включают набор реконструкций изображения данного органа. Пример стандартного протокола исследования органов грудной полости представлен на рисунке 2.

Просмотр и анализ полученных реконструкций значительно сокращает и облегчает работу врача лучевой диагностики, но это может увеличить шанс диагностической ошибки, особенно при наличии мелкоочаговых изменений до 1–2 мм и меньше. В этой ситуации значительно возрастает роль лечащего врача, который должен самостоятельно просматривать все срезы записи компьютерной томографии (до 300–500 базовых срезов, иногда и больше). Для этого лечащему врачу очень важно иметь адекватное бесплатное современное программное обеспечение.

Для визуальной и количественной оценки плотности визуализируемых методом компьютерной томографии структур используется шкала ослабления рентгеновского излучения, получившая название «Шкалы Хаунсфилда» (ее визуальным отражением на мониторе аппарата является

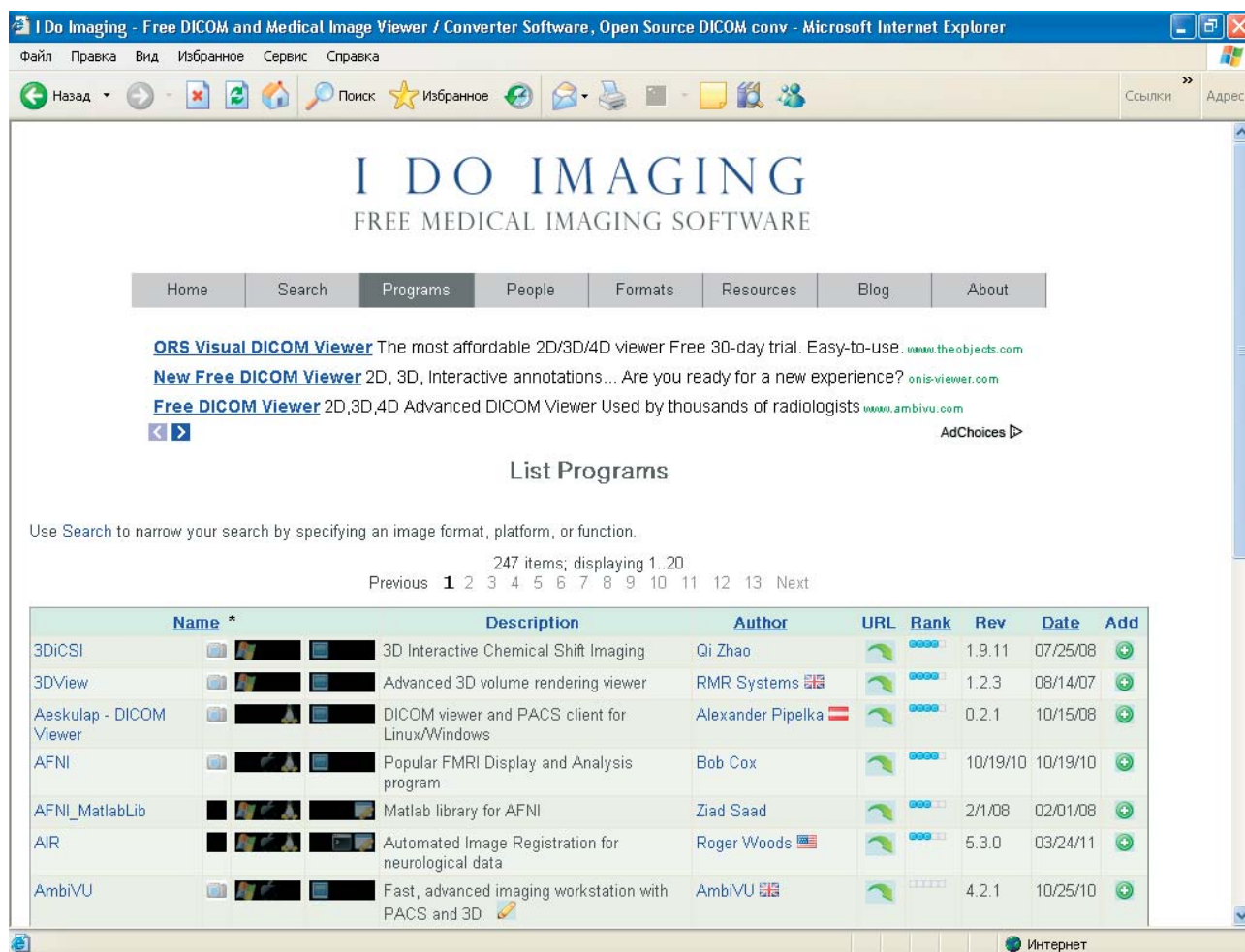


Рис. 1. Общий вид первой страницы сайта www.idoimaging.com, на котором представлены свободно распространяемые дайком-вьюеры (программы для обработки данных компьютерной томографии)

черно-белый спектр изображения). Диапазон единиц шкалы (денситометрических показателей, англ. Hounsfield units – HU), соответствующих степени ослабления рентгеновского излучения анатомическими структурами организма, составляет от –1024 до +3071 HU, т.е. 4 096 чисел ослабления.

Средний показатель в шкале Хаунсфилда – ноль (0 HU) соответствует плотности воды, отрицательные величины шкалы соответствуют воздуху и жировой ткани, положительные – мягким тканям, костной ткани и более плотному веществу (металл, кальцинат в легочной ткани и лимфатических узлах, камни в паренхиматозных органах и др.).

На рисунке 3 представлена шкала плотности различных типов тканей и паренхиматозных органов, необходимая для измерения денситометрических показателей и интерпретации полученных данных КТ [8, 9].

В Национальном институте фтизиатрии и пульмонологии имени Ф. Г. Яновского НАМН Украины обследование больных с хроническим обструктивным заболеванием легких (ХОЗЛ), бронхиальной астмой (БА), фтизиатрических больных проводилось на 16-срезовом компьютерном томографе сканере «Aquilion TSX–101A» фирмы «Toshiba» (Япония, 2009). Проведение на нем

исследований позволило получить четкую морфофункциональную картину состояния легочной паренхимы пациентов. Результаты исследований записывались на электронные носители (CD-диски) с дальнейшей обработкой их с помощью стандартных программ (дайком-вьюеров – Vitrea-2, Sante DICOM Viewer FREE, K-Pacs).

Количество больных, которые обследовались в отделении лучевой диагностики института с ХОЗЛ и БА, составляет лишь 2,0–3,0% от общего количества обследованных на МСКТ пациентов. У 50,0% больных выявлялись значительные патологические процессы в виде «воздушных ловушек», разные степени развития эмфиземы, фиброзные изменения, буллы, деформирующий бронхит, бронхоэктазы, которые при обычных исследованиях не выявлялись.

Учитывая хроническое прогрессирующее протекание ХОЗЛ и БА, с целью дальнейшего мониторинга необходимо исходное проведение МСКТ у всех больных этой категории для оценки эффективности проведенных лечебных мероприятий.

Рентгенографическое исследование органов грудной клетки в настоящее время стало руководящим и обязательным методом обследования больных ХОЗЛ и БА,

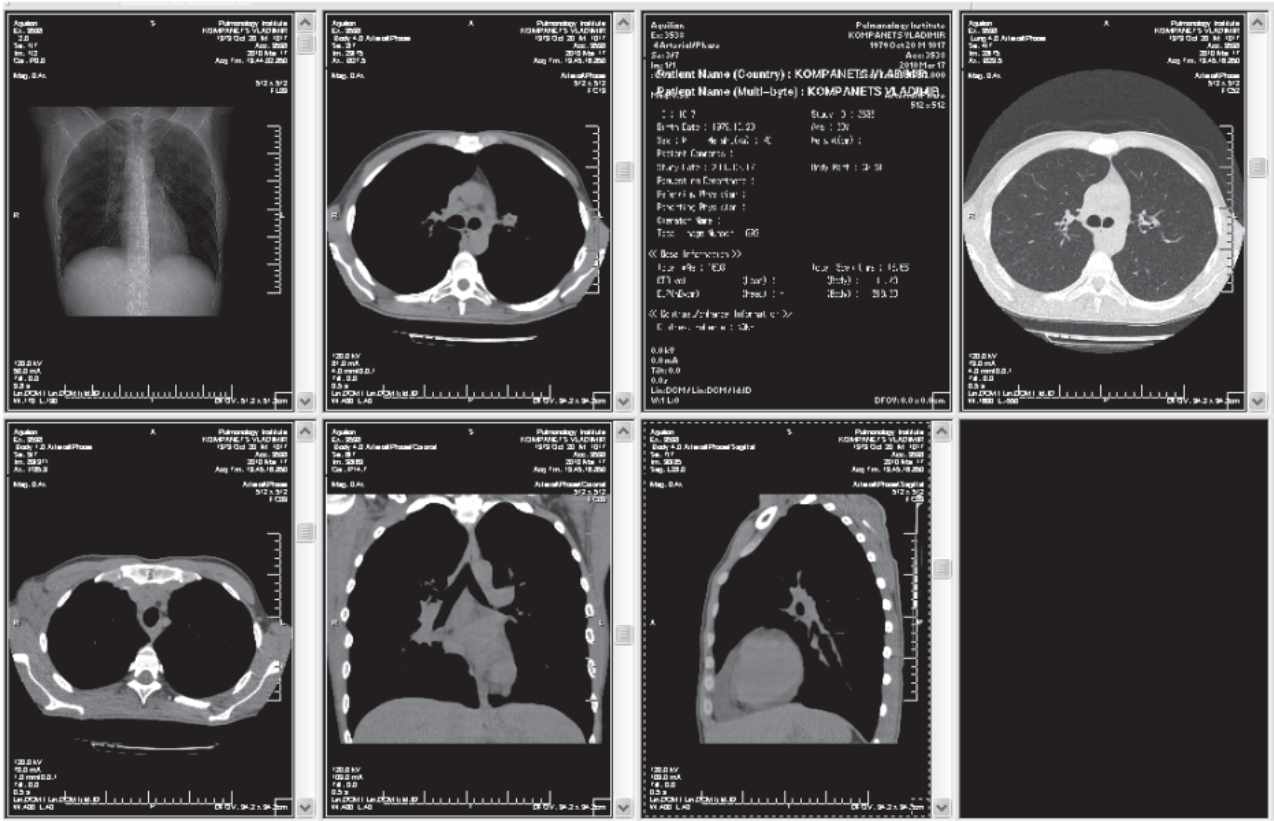


Рис. 2. Изображение стандартного протокола исследования органов грудной полости

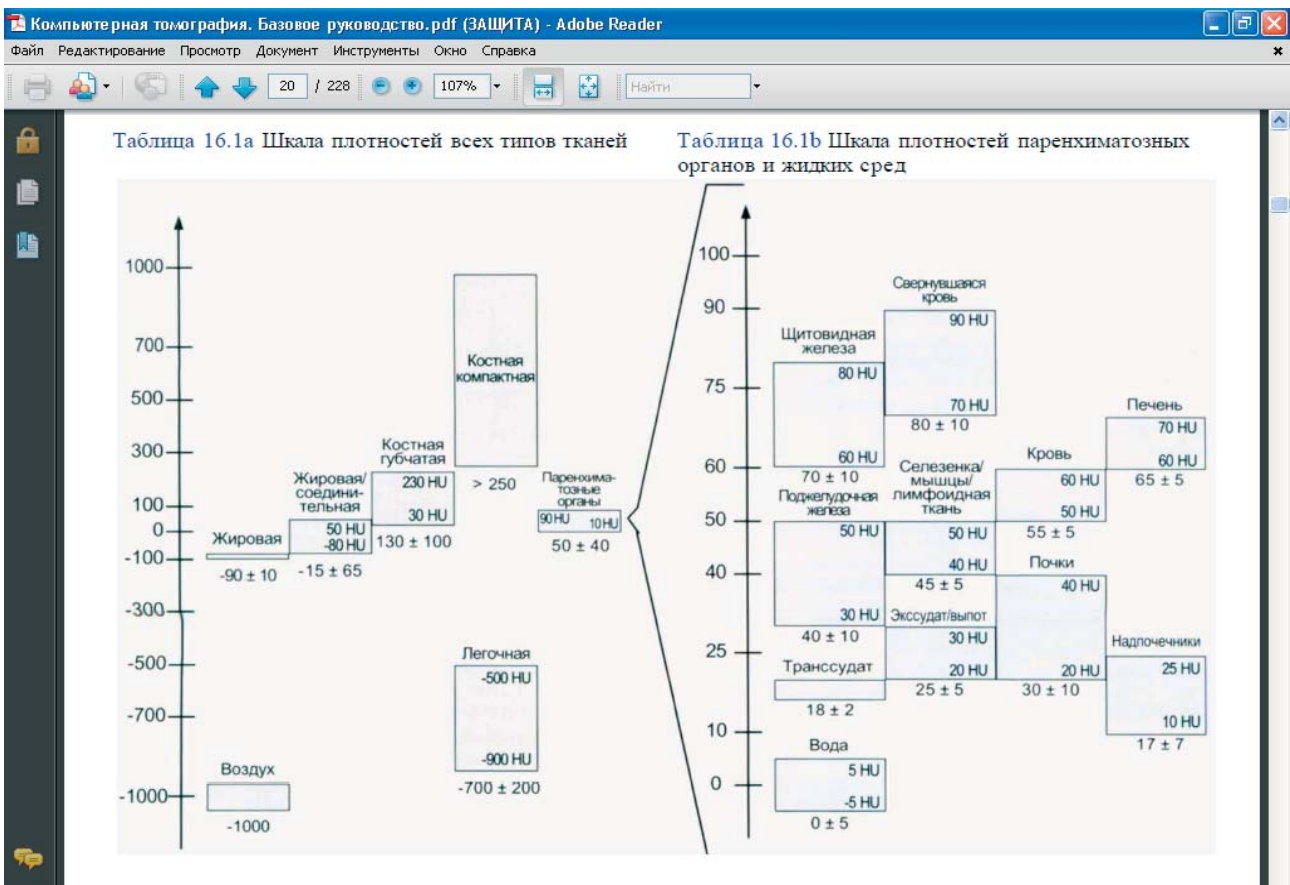


Рис. 3. Шкала плотности типов тканей и паренхиматозных органов (по Матиас Хофер. Компьютерная томография. Базовое руководство. Перевод с англ., 2008)

особенно с тяжелыми формами. Внедрение в клиническую практику МСКТ значительно расширили возможности обследования этой категории больных.

Больные, которые были направлены в институт с очаговыми изменениями в легких и подозрением на туберкулез, составляют 20,0% от общего количества обследованных в отделении лучевой диагностики на МСКТ больных. Специфические туберкулезные изменения были выявлены лишь у 40,0% обследованных больных, а у остальных 60,0% — выявлена неспецифическая патология (фиброз, бронхоэктатическая болезнь, врожденные аномалии развития и др.).

Учитывая то, что заболеваемость активными формами туберкулеза в 2009 году в Украине снизилась на 6,6%, что в абсолютных числах составляет снижение на 2 501 человека, только лишь в институте диагнозов активного туберкулеза на основе проведения МСКТ был снят у 360 больных за год, что составляет 15,0% снижения заболеваемости туберкулезом в Украине. То есть, одним из основных факторов снижения заболеваемости туберкулезом является повышение уровня диагностики.

Согласно приказу МЗ Украины от 19.03.2007 г. № 128 «Об утверждении клинических протоколов оказания медицинской помощи по специальности «Пульмонология» КТ органов грудной клетки проводится только на третьем этапе обследования больных с ХОЗЛ. Исходя из опыта авторов, многочисленных зарубежных публикаций за последние годы, необходимо в дальнейшем вносить изменения в некоторые нормативные документы Украины и рекомендовать проведение МСКТ не только на третьем уровне исследования больных этой категории, но уже на втором, а при наличии технических возможностей медицинских учреждений — и на первом уровне обследования. Это позволит уже на первом этапе обследования иметь полную характеристику морфофункционального состояния легочной паренхимы и исходные данные для контроля эффективности проведенных лечебных мероприятий.

Выводы

На основе проведенного исследования можно сказать, что многосрезовая компьютерная томография на сегодня является наиболее информативным методом исследования во фтизиопульмонологии.

В связи с этим необходимо его включение в нормативные документы на более ранних этапах обследования больных с БА, ХОЗЛ и туберкулезом легких с целью повышения эффективности диагностики и качества лечения.

При обследовании больных на МСКТ необходимо производить запись только на цифровые носители (CD, DVD-диски), что значительно повышает экономичность исследования, снижает стоимость расходных материалов, а также значительно повышает информативность исследования.

Программное обеспечение обработки данных МСКТ и получаемой информации при записи на цифровые носители не требует никаких дополнительных материальных вложений, в связи с тем что существует достаточное количество бесплатных, свободно распространяемых программ.

Во многих развитых странах мира знание компьютерной томографии входит в перечень обязательных врачебных экзаменов врачей различных специальностей, и украинским врачам-пульмонологам, фтизиатрам необходимо овладеть новыми знаниями и технологиями.

Литература

1. Корниенко, В. Н. Современное состояние и перспективы развития нейрорентгенологии [Текст] / В. Н. Корниенко // *Вопр. нейрохирургии.* — 2008. — № 3. — С. 12–13.
2. Феценко, Ю. И. Перспективы применения мультиспиральной компьютерной томографии в пульмонологии [Текст] / Ю. И. Феценко, Н. И. Линник // *Газета Здоровье Украины.* — 2010. — № 2. — С. 7–8.
3. Тлеубаева, Ж. О. Роль цифровых лучевых методов в исследовании и дооперационной диагностике патологии органов грудной клетки [Текст] / Ж. О. Тлеубаева // *Материалы III Всероссийского Национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов.* — М., 2009. — 528 с.
4. Прокоп, М. Спиральная и многослойная компьютерная томография [Текст] Учебн. пособие : В 2 т. / М. Прокоп, М. Галански : Пер. с англ. — М. : МЕДпресс-информ, 2006. — Т. 1. — 416 с.
5. Hatayama, H. Utility of Single-slice High-resolution CT in Upper Lungfield Combined with Low-dose Spiral CT for Lung-cancers screening in the Detection of Emphysema [Text] / H. Hatayama, T. Kobayashi, K. Fujimoto // *Internal Medicine.* — 2007. — P. 1519–1525.
6. www.cs.uu.nl/wais/html/na_dir/medical_image_faqs.html Medical_image_faqs, Institute of Information and Computing Sciences, Utrecht University, Netherlands.
7. Линник, М. И. Можливості застосування мультиспиральної комп'ютерної томографії в обстеженні хворих хронічним обструктивним захворюванням легень та бронхіальною астмою [Текст] / М. И. Линник, Г. Л. Гуменюк, Н. М. Мусієнко // *Астма та алергія.* — 2009. — № 3–4. — С. 55–61.
8. Хофер, М. Компьютерная томография. Базовое руководство : Пер. с англ. — М., 2008. — 520 с.
9. Витько, Н. К. Компьютерная томография в диагностике хронической обструктивной болезни легких [Текст] / Н. К. Витько, А. Г. Зубанов, Н. Н. Тришина // *Материалы III Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов.* — М., 2009. — 528 с.

ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОЗРІЗОВОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТОМОГРАФІЇ У ФТІЗИОПУЛЬМОНОЛОГІЇ ТА ЇЇ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

М.І. Линник, Г.Л. Гуменюк, Н.М. Мусієнко

Резюме. В статті показана ефективність та інформативність проведення багатозрізової комп'ютерної томографії в обстеженні хворих із хронічним обструктивним захворюванням легень, бронхіальною астмою та туберкульозом легень. Доведена необхідність сучасного програмного забезпечення та обробки отриманих даних комп'ютерної томографії.

Ключові слова: багатозрізова комп'ютерна томографія, програмне забезпечення, дайком-стандарт, дайком-переглядач, бронхіальна астма, ХОЗЛ, туберкульоз легень.

USE OF MULTISLIC COMPUTER TOMOGRAPHY IN PHTHISIO-PULMONOLOGY AND ITS SOFTWARE

M.I. Linnik, G.L. Gumenyuk, N.M. Musiyenko

Summary. At this article were shown the high efficiency and informativity of multislice computer tomography in examination of patients with chronic obstructive pulmonary disease, asthma and pulmonary tuberculosis. The need of modern software and processing the data of computer tomography was proved.

Key words: Multi-slice computed tomography, software, DICOM-standard DICOM-viewer, bronchial asthma, COPD, pulmonary tuberculosis.